O POBUDLIWOŚCI

I

ZDOLNOŚCI PRZEWODZENIA STANU CZYNNEGO

W NERWACH I MIĘŚNIACH.

NAPISAŁ

Dr. GUSTAW PIOTROWSKI.

CZĘŚĆ II.

Osobne odbicie z XVII. Tomu Pamiętnika Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności.

KRAKÓW.
DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem A. M. Kosterkiewicza.
1889.

O POBUDLIWOŚCI

I

ZDOLNOŚCI PRZEWODZENIA STANU CZYNNEGO

W NERWACH I MIĘŚNIACH.

NAPISAŁ

Dr. GUSTAW PIOTROWSKI.

CZĘŚĆ II.

Osobne odbicie z XVII. Tomu Pamiętnika Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności.

KRAKÓW.
DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem A. M. Kosterkiewicza.
1889.

O pobudliwości i zdolności przewodzenia

stanu czynnego w nerwach i mięśniach.

CZĘŚĆ II.

NAPISAŁ

Dr. GUSTAW PIOTROWSKI [1]).

W poprzednio ogłoszonych badaniach [2]) staraliśmy się udowodnić za pomocą różnych metod, że pobudliwość i przewodnictwo nerwów nie są własnością jedną i tą samą — że w pewnych razach zachowują się one odmiennie, niezależnie poniekąd od siebie. Przypuszczenie to opieraliśmy wraz z innymi badaczami, wymienionymi w tamtej rozprawie, na zjawiskach, jakie otrzymujemy, jeśli część nerwu wystawimy na działanie alkoholu z jednej strony, z drugiej zaś na działanie bezwodnika kwasu węglowego. Nie będziemy ponownie rozbierali szczegółowo tych doświadczeń, powtórzymy tylko, że najwybitniej świadczy o oddzielności dwóch wyżej wymienionych własności nerwów podwyższanie się miejscowej pobudliwości, przy równoczesnem bardzo znacznem obniżaniu zdolności przewodzenia stanu czynnego pod wpływem alkoholu; jeszcze zaś więcej miejscowe obniżanie pobudliwości pod działaniem bezwodnika kwasu węglowego, przy niezmienionem przewodnictwie. W dalszym ciągu staraliśmy się zbadać, w jaki sposób zachowują się mięśnie pod względem tych dwóch własności. Doświadczenia poczynione na m. najdłuższym uda (*sartorius*) żaby nie doprowadziły nas do stanowczych wypadków, pod pewnym jednak względem mieliśmy powód do przypuszczania podobieństwa z nerwami. Na razie wypowiedzieliśmy tę możliwość z wielkiem zastrzeżeniem i ograniczyliśmy się tylko do opisania sposobu badania; co się zaś tyczy ostatecznego orzeczenia, wstrzymaliśmy się do dalszych doświadczeń, od których też rozpoczęliśmy niniejszą pracę pod kierunkiem prof. Gada, który i nadal nie odmówił nam światłych rad i chętnej pomocy, za co wyrażamy mu gorące podziękowanie.

---

[1]) Na podstawie doświadczeń wykonanych w Berlińskim Zakładzie fizyjologicznym pod kierunkiem prof. J. Gada.

[2]) Dr. G. Piotrowski. O pobudliwości i zdolności przewodzenia stanu czynnego w nerwach i mięśniach. Pamiętnik Akademii Umiejętności. T. XVI.

Zanim jednak przejdziemy do opisu tych doświadczeń, uczynimy małe zboczenie, powrócimy mianowicie do kwestyi wpływu alkoholu na nerwy. Jakkolwiek w pracy poprzedniej zdaje się, że stanowczo udowodniliśmy, iż zjawiska, otrzymane przy działaniu alkoholu, nie dadzą się odnieść do obumierania nerwów, przyspieszonego tylko wpływem tego działacza, pewne jednak podobieństwo z temże skłoniło nas do zbytniej może przezorności i, aby nie spotkać się z tej strony z zarzutem, wykonaliśmy doświadczenie, które kwestyję tę stanowczo rozstrzyga. Jeśli mianowicie umieścimy nerw, w sposób znany z poprzedniej pracy, w komorze, przez którą przepuszczamy parę alkoholu, wtedy spostrzeżemy, że po pewnym czasie, zależnym oczywiście od zgęszczenia alkoholu i szybkości przeprowadzania, część nerwu poza komorą, bliższą ośrodków, traci zupełnie pobudliwość, a raczej traci zdolność przewodzenia stanu czynnego. Jeśli jednak podrażniamy miejsce zamknięte w komorze, wprawdzie wystawione na wpływ alkoholu, zkąd jednak stan czynny rozchodzi się dalej prawidłową drogą nerwu, powstaje jeszcze bardzo silny skurcz, a w pierwszym okresie pobudliwość w tem miejscu może być nawet bardzo podwyższoną, gdy tymczasem przewodnictwo już ucierpiało.

Podobnie zachowuje się nerw obumierający: części obumierające okazują podwyższoną pobudliwość, a ponieważ sprawa ta postępuje od miejsc bliższych ośrodków ku miejscom obwodowym, przeto bliżej mięśnia mogłaby być pobudliwość znacznie podwyższoną, powyżej zaś nerw obumarły. Że tak jednak pod działaniem alkoholu rzecz się nie ma, przekonywa nas stanowczo doświadczenie następujące:

Przypomnijmy sobie komorę opisaną w poprzedniej rozprawie na Tablicy IX. fig. 2. W tejże samej komorze umieszczałem nerw odpreparowany wraz z łykowym (*m. gastrocnemius*) w taki sposób, że za pomocą I-ej pary elektrodów podrażniałem miejsce blisko mięśnia, za pomocą zaś III-ej pary punkt leżący mniej więcej w środku nerwu, od części zaś bliższej rdzenia odprowadzałem do busoli prąd spoczynkowy w znany sposób. W tym więc razie mogłem badać skutek drażnienia w dwojaki sposób, za pomocą minimalnych skurczów mięśnia i za pomocą wahania wstecznego. Alkohol zmięszany był z wodą w stosunku 1 : 3. Wszystkie zresztą warunki pozostały te same, jak w dawniejszych doświadczeniach.

Przytoczymy z nich następujące:

1.

Prąd spoczynkowy 140, kompensowany przez 72°.

I.			III.		
najmniejszy skurcz przy odległości cewek	odległość cewek	wahanie wsteczne	najmniejszy skurcz przy odległości cewek	odległość cewek	wahanie wsteczne
325	150	45	330	150	30
300	150	0	—	150	25 [1])
„	100	0	—	„	„
„	0	0	—	„	„
180	0	0	—	150	23 [2])

[1]) Przepuszczano parę alkoholu przez 5 min.
[2]) Po 12 min.

2.

Prąd spoczynkowy 225, kompensowany przez 225.

I.			III.		
najmniejszy skurcz przy odległości cewek	odległość cewek	wahanie wsteczne	najmniejszy skurcz przy odległości cewek	odległość cewek	wahanie wsteczne
350	150	25	345	150	30
350	„	„	350	„	„ [1])
350	„	„	240	„	„
200	„	0	—	„	„
150	100	0	—	100	35
100	„	„	—	„	„
60	60	0	—	60	40 [2])
„	„	„	—	180	20
„	„	„	—	100	25
„	„	„	—	50	40

[1]) Przepuszczano alkohol i badano co 2 min.
[2]) Po 10 min.

Ponieważ dalsze doświadczenia miały skutek taki sam, nie ma zatem potrzeby przytaczać ich szczegółowo.

Jak widzimy, przy podrażnianiu miejsca Igo utrzymuje się długo skurcz mięśnia, podczas gdy wahanie wsteczne dawno już znikło w skutek zniesionego przewodnictwa, przeciwnie zaś przy podrażnianiu miejsca IIIgo wahanie wsteczne utrzymuje się, skurcz zaś nie pojawia się wcale. Świadczy to wymownie, że nerw nie obumiera pod wpływem alkoholu, poczynając od końca bliższego ośrodków, cała część nerwu poza komorą jest prawidłową — prawidłowo też odbiera pobudkę, jak wykazuje wahanie wsteczne, lecz nie jest w stanie przenieść jej do mięśnia, w skutek zniesienia pobudliwości, ztąd brak skurczu i odwrotnie przy podrażnianiu miejsca Igo.

Przejdźmy do właściwego naszego zadania, a więc do badań mających nam wykazać, ku któremu z przypuszczeń prof. Gada należy się przychylić, mianowicie czy rozdział pobudliwości i przewodnictwa jest tylko do pewnego stopnia pozorny, zależny od dodatkowych istot nerwu, jak tkanki łącznej, osłonki rdzennej i t. d., które pod wpływem alkoholu i bezwodnika kwasu węglowego zmieniają swój opór dla pobudek elektrycznych, czy też rozdział ten jest istotny, mianowicie, że pobudliwość jest wyrazem łatwości przechodzenia w stan czynny molekułów w kierunku poprzecznym, przewodnictwo zaś w kierunku podłużnym, a każda z tych własności inaczej się zmienia pod działaniem alkoholu, inaczej zaś bezwodnika węglowego. W tym celu rozpoczęliśmy szereg badań naszych od mięśnia *sartorius*, gdzie mamy do czynienia z istotą protoplasmatyczną, posiadającą bardzo tylko niewielką ilość istot dodatkowych, jak tkanki łącznej, osłonki mięsnej i t. d.

I.

Sposób doświadczeń jest znany z wyżej wymienionej rozprawy naszej — poprzestaniemy tylko na dodaniu kilku uwag, mianowicie co do wahania wstecznego, otrzymanego z części środkowej mięśnia, oznaczonej I. na fig. 3 Tabl. IX. i z części bliższej górnego ścięgna II. Przy równych warunkach wahanie to jest o wiele silniejsze przy pobudzaniu środkowej części, aniżeli końcowej. Sądząc, że w grę wchodzą tutaj rozgałęzienia nerwu, przypadające właśnie na środkową część mięśnia, poczyniliśmy doświadczenia na mięśniach kuraryzowanych; wypadek jednakże był ten sam. Ponieważ w miejscu II. mogłoby ścięgno wpływać na pobudliwość przez stawianie większego oporu prądom indukcyjnym, lub też mniejsza część wiązek mięsnych mogłaby ulegać podrażnianiu, przesuwaliśmy elektrody o ile możności jak najdalej od ścięgna, tak że i w I. i w II. sam mięsień bez przymieszki ścięgna i to o równym przekroju był pobudzany — mimo to z miejsca bliższego do elektrodów nie polaryzujących, odprowadzających prąd do busoli, wahanie wsteczne było zawsze silniejsze aniżeli z dalszego. Polega to na słabnięciu fali pobudzania w przebiegu swym przez włókna mięsne (*Decrement*) — nie będziemy się jednak bliżej zastanawiać nad tą kwestyją, nadmienimy tylko, że skłoniła nas ona do ustąpienia nieco z długości drogi, z której się odprowadza prąd spoczynkowy, a więc zarazem z siły elektrobodźczej i wielkości wahania wstecznego, aby uzyskać możność pobudzania mięśnia w miejscu, o ile możności najdalszem od ścięgna, a to dla zrównoważenia wahania wstecznego z obu miejsc, tj. w komorze i poza nią. Z tego samego powodu musieliśmy nieraz dobierać prąd różnej siły dla obu miejsc.

Przepatrzmy kilka protokółów. W doświadczeniach tych przeprowadzano pary alkoholu zmieszanego z dwoma częściami wody i podrażniano mięsień niekuraryzowany co 2 min. mniej więcej przez 1 sek. w sposób poprzednio opisany.

1.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
12·45	670	100	80	100	70
	620	„	80	„	60 [1]
		„	70	„	40
12·59	610	„	60	„	0 [2]
		„	50	„	0
1· 5		„	45	„	0
1·10		„	45	„	15 [3]
1·15		„	50	„	13

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Po 5 min. przerwy.
[3]) Poczęto odtruwać mięsień i podrażniać co 5 m.

2.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
12·	460	150	15	150	10
12· 2	485	„	15	„	0 [1]
12· 5	510	„	15	„	0
12·10	„	100	25	100	15 [2]
	535	„	25	„	8
	565	„	25	„	5
	525	„	20	„	3
	„	„	20	„	0
	„	„	18	„	0
	„	„	18	„	0
12·30	580	„	18	„	0
12·40	415	„	15	„	0 [3]

[1]) Poczęto przepuszczać parę alkoholu.
[2]) Po 5 min. przerwy.
[3]) Podrażniano po 10 min. przerwy.

3.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
11·50	445	150	22	150	20
	„	„	18	„	8 [1]
	„	„	18	„	3
	„	„	15	„	0
	450	„	13	„	0
	„	„	10	„	0
	„	„	8	„	0
	460	100	18	100	0
12· 5	„	50	25	50	0
12·15	„	—	—	„	0 [2]
12·25	„	—	—	„	5
12·35	„	—	—	„	8

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Poczęto odtruwać i podrażniać mięsień co 10 m.

4.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
1· 10	450	150	10	100	15
	„	100	25	100	15
	„	„	25	„	3 [1]
	„	„	20	„	0
	„	„	15	„	0
1· 25	„	50	25	50	0
1· 35	„	„	25	„	10 [2]

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Odtruto mięsień i podrażniano po 10 min.

5.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
11·30	720	200	30	200	0
	„	150	35	150	10
	„	150	35	100	30
	„	„	40	„	20 [1]
	„	„	45	„	7
	„	„	45	„	ślad
	„	„	40	„	0
	„	„	30	„	0
	„	„	25	„	0
11·50	„	100	45	50	0
11·55	„	—	—	„	2 [2]
12·	„	—	—	„	5
12· 5	„	—	—	„	8
12·10	„	—	—	„	20
12·15	„	100	45	100	5

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Poczęto odtruwać mięsień i podrażniać co 5 min.

Widzimy więc, że podobnie jak w nerwach możemy za pomocą alkoholu znieść zdolność przewodzenia stanu czynnego przy zachowaniu pobudliwości miejscowej mięśnia. Mamy tutaj wybitny sposób przekonania się, że mięsień jest w miejscu II. pobudliwy, mimo, że wahania wstecznego nie otrzymujemy, a mianowicie równoczesne kurczenie się włókien mięsnych przy podrażnianiu, o ile oczywiście na to napięcie mięśnia pozwala. Po usunięciu pary alkoholu a przeprowadzeniu pary wodnej, przywracamy mięsień do stanu prawidłowego, nie zupełnie jednak dokładnie.

Mimo usilnych starań nie mogliśmy otrzymać podwyższenia pobudliwości, podobnie jak w nerwach, wyjątkowo raz tylko w przykładzie 5, gdzie wystąpiło nawet równocześnie z obniżeniem przewodnictwa. Jestto jednak jedyny luźny przykład z wielu doświadczeń i to na mięśniu niekuraryzowanym, gdzie się należy liczyć z wpływem nerwów.

Następnych kilka przykładów przedstawia nam zachowanie się mięśni kuraryzowanych.

6.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
12·20	620	100	80	100	65
	„	200	5	200	0
	„	150	25	150	5
	„	200	8	150	0 [1]
	710	„	10	„	„
	„	„	3	„	„
	„	150	24	100	0
12·50	„	—	—	50	20 [2]
12·55	„	150	26	„	2
	„	—	—	„	3 [3]
1· 5	„	—	—	„	5
1·10	„	—	—	„	10

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Po 5 min.
[3]) Poczęto odtruwać mięsień i podrażniać co 5 min.

7.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
12·40	980	150	25	150	30
	„	„	10	„	8 [1]
	„	„	10	„	ślad
	„	100	40	100	17
	„	„	38	„	10
	„	„	30	„	0
19· 8	„	50	80	50	0
19·18	„	—	—	50	5 [2]
19·28	„	50	85	50	8

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Poczęto odtruwać i podrażniać mięsień co 10 min.

8.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
1·10	940	200	7	150	25
	„	150	35	—	—
	„	150	48	150	15 [1]
	„	„	40	„	0
	„	100	70	100	0
	„	—	—	50	0 [2]
1·20	885	150	26	—	— [3]
1·35	„	—	—	„	0 [4]
—	„	—	—	„	ślad
—	„	—	—	„	5

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Mięsień drga.
[3]) Po 5 min.
[4]) Poczęto odtruwać nerw i podrażniać co 5 m.

9.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
11·40	680	150	18	150	25
	„	„	15	„	15 [1]
	660	„	10	„	8
	„	„	7	„	3
	„	„	7	„	0
	640	„	5	„	0
	„	100	12	100	0
	„	„	6	„	0 [2]
	650	50	80	50	0
12· 9	„	„	„	75	0

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.
[2]) Po 4 min.

10.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
12·30	800	150	12	150	12
	„	100	35	100	45
	„	„	35	„	30 [1]
	„	„	35	„	20
	760	„	35	„	12
	„	„	40	„	0
	„	„	35	„	0
	„	150	8	„	0
12·55	745	50	58	50	0

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol.

Doświadczenia te odpowiadają w zupełności poprzednim na mięśniach niekuraryzowanych, zjawiska więc spostrzegane w nich odnosić możemy jedynie do istoty mięśni, bez udziału nerwów.

Przejdźmy z kolei doświadczenia z bezwodnikiem kwasu węglowego.

Doświadczenie 11 i 12 zrobiono na mięśniach niekuraryzowanych, 13 i 14 na kuraryzowanych.

11.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
11· 0	200	150	5	150	0
	„	100	18	100	8
	„	50	25	50	18
	„	„	20	„	15 [1])
	„	„	10	„	8
	„	„	8	„	0
	„	0	16	0	8
	„		12		2
11·20	„		7		0

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2.

12.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
10·30	580	130	28	130	28
	„	200	0	200	0
	„	150	18	150	10
	„	„	8	„	5 [1])
	540	130	12	130	5
	„	100	7	100	5
	„	50	35	50	8
	520	„	40	„	8
10·50	540	„	25	„	0

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2.

13.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
10·20	560	150	25	150	8
	„	100	32	100	28
	„	„	12	„	8 [1])
	„	„	10	„	8
	420	„	4	„	3
	„	„	3	„	0
	„	„	0	„	0
	„	50	30	50	0
	„	„	25	0	0
10·45	„	0	45	0	0

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2.

14.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
12· 0	650	100	77	100	15
	„	„	15	„	15 [1])
	„	„	12	„	33
	„	„	7	„	7
	„	„	2	„	2
12·13	„	„	0	„	0
	„	50	22	50	5
12·18	„	„	0	„	0 [2])
12·20	„	0	0	0	0

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2.
[2]) Po 5 min.

Jak już z tych kilku przykładów widzimy, przypuszczenie nasze, któreśmy wypowiedzieli w poprzednich badaniach co do analogii mięśni z nerwami pod względem zmian w pobudliwości i przewodnictwa zmian pod działaniem alkoholu i bezwodnika węglowego, jest mylnem. Podczas gdy na nerwy bezwodnik węglowy wpływa w zupełnie odwrotny sposób aniżeli alkohol, na mięśnie wywiera działanie toż samo. Jak jeden, tak i drugi działacz obniża znacznie przewodnictwo, w mniejszym zaś stopniu pobudliwość. Dopóki używamy prądów słabszych, obniża się pobudliwość prawie w parze z przewodnictwem, następuje jednak chwila, w której najsilniejsze nawet prądy nie dają nam śladu wahania wstecznego z miejsca poza komorą, w komorze zaś

bardzo znaczne, czyli w miejscu, w którem jeszcze pobudliwość jest utrzymana, przewodnictwo zaś zupełnie zniesione. Przypuszczając, że może różnica ta co do nerwów pochodzi od większej wrażliwości mięśni na wpływ bezwodnika kwasu węglowego, postanowiliśmy używać tego gazu zmięszanego z powietrzem dla osłabienia jego działania. W tym celu wprowadziliśmy do kalibrowanego zbiornika, wypełnionego zgęszczonym rozczynem soli kuchennej, 75% powietrza, następnie zaś 25% CO_2. Z tego zbiornika przeprowadzaliśmy następnie mięszaninę do komory, w której był umieszczony mięsień.

Z doświadczeń następujących z kolei 15, 16, 17 odnoszą się do mięśni niekuraryzowanych, 18, 19 i 20 do mięśni żab, którym zastrzyknięto kurarę.

15.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
4·30	460	150	65	150	50 [1]
	„	„	50	„	30 [2]
	„	„	40	„	25
	475	„	40	„	25
	„	„	40	„	25
4·40	480	„	30	„	20 [3]
	„	„	25	„	20
	„	„	30	„	20
	„	„	40	„	25 [4]
	„	„	40	„	25
4·50	500	„	45	„	30
	„	„	0	„	0 [5]
	„	100	30	100	25
	„	„	30	„	25
	„	„	35	„	30
	„	„	25	„	20
5·0	480	„	25	„	15
	„	„	20	„	15
	„	„	15	„	15
	„	„	12	„	10
	„	„	10	„	10
5·10	„	„	0	„	0
5·14	„	50	20	50	0

[1] Podrażniano co 2 min.
[2] Poczęto przepuszczać CO_2 25%.
[3] CO_2 silniej.
[4] Poczęto przepuszczać parę wodną.
[5] Poczęto przepuszczać CO_2 czysty.

16.

Czas	Stopnie kompensatora	I. odległość cewek	I. wahanie wsteczne	III. odległość cewek	III. wahanie wsteczne
5·20	500	150	60	150	40
	„	„	50	„	35 [1]
	„	„	50	„	35
	„	„	45	„	30
	515	„	40	„	30
	„	„	40	„	25
	„	„	30	„	20
5·34	„	„	30	„	20
	520	„	10	„	5 [2]
	„	„	10	„	0
	„	„	5	„	0
5·42	„	„	0	„	0
5·44	500	100	25	100	20
5·49	„	150	10	150	10 [3]
5·54	„	„	25	„	20
5·59	„	100	35	„	25 [4]
6·4	480	„	20	„	10
6·9	„	„	0	„	0

[1] Poczęto przepuszczać CO_2 25%.
[2] Poczęto przepuszczać czysty CO_2.
[3] Przepuszczano parę wodną i badano co 5 m.
[4] Przepuszczano czysty CO_2 i badano co 5 m.

17.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
10· 5	380	180	40	150	30
	350	„	40	„	30 [1]
	„	„	30	„	25
	360	„	30	„	25
	„	„	30	„	20
10·15	„	„	25	„	20
	„	„	20	„	10
	340	„	0	„	0 [2]
	„	100	25	100	20
	„	„	25	„	18
10·25	320	„	20	„	10
	„	„	20	„	10
	330	„	20	„	5
10·31			15	„	0

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2 25%.
[2]) Poczęto przepuszczać czysty CO_2.

18.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
11·10	380	150	45	150	30
	„	„	45	„	30 [1]
	„	„	45	„	25
	390	„	40	„	25
	„	„	40	„	25
11·20	„	„	30	„	25
	400	„	35	„	20 [2]
	„	„	30	„	20
	„	„	30	„	15
	420	„	30	„	10
11·30	„	„	25	„	10
11·35	„	„	0	„	0
11·40	390	100	25	100	10
11·45	„	„	10	„	0
11·46	360	50	30	50	10

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2 25%.
[2]) Poczęto przepuszczać silnie czysty CO_2 i podrażniać co 5 min.

19.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
1·25	280	150	30	150	30
	„	„	30	„	30 [1]
	„	„	30	„	30
	„	„	25	„	25
	290	„	25	„	20
1·35	„	„	20	„	15
	„	„	25	„	15
	„	„	20	„	10
	300	„	15	„	10
	„	„	15	„	10
1·43	„	„	15	„	10
1·48	250	„	30	„	20 [2]
1·53	„	„	15	„	5
1·59	„	„	15	„	0
2· 4	250	„	15	„	0

[1]) Przepuszczano CO_2 25%.
[2]) Przepuszczano CO_2 czysty i podrażniano co 5 m.

20.

Czas	Stopnie kompensatora	I.		III.	
		odległość cewek	wahanie wsteczne	odległość cewek	wahanie wsteczne
12·	350	150	20	150	10
	„	100	35	100	25
	„	100	35	100	25 [1]
	„	„	35	„	25
12·10	„	„	30	„	20
	„	„	30	„	15
	„	„	25	„	15
	„	„	20	„	10
	380	„	20	„	10
12·20	„	„	20	„	10
	„	„	15	„	5 [2]
	„	„	15	„	0
	„	„	10	„	0
	„	50	0	„	0
12·30	390	„	25	„	15
	„	„	25	„	15
	„	„	25	„	10
12·34	360	„	20	„	10

[1]) Poczęto przepuszczać CO_2 25%.
[2]) Przepuszczano czysty CO_2.

Doświadczenia wykonane z temi ostrożnościami nie dały nam innych wypadków, niż przy silnem przeprowadzaniu czystego bezwodnika kwasu węglowego. Tak samo i tutaj widzimy zupełnie jednakie stosunki jak przy działaniu alkoholu, odmienne zaś całkowicie zachowanie od nerwów dotychczas badanych.

Nadmienić tutaj musimy, że Biedermann otrzymał zupełnie te same wypadki na podstawie badań przeprowadzonych w innym celu, przy działaniu par eteru na mięśnie [1].

Jakież moglibyśmy na tej podstawie wnioski wysnuwać?

Mięśnie posiadają tak wiele własności fizyjologicznych, wspólnych z nerwami, że gdybyśmy chcieli badania nasze nad temi ostatniemi zużytkować co do mięśni, musielibyśmy powiedzieć, że różnica zachodząca w naszych doświadczeniach jest spowodowana chyba brakiem, a raczej znacznie mniejszą ilością istot dodatkowych, w które nerwy tak obfitują. W mięśniach bezwodnik węglowy dostaje się od razu do istoty protoplazmatycznej, ztąd więc silniej działa, aniżeli na nerwy, gdzie napotyka z początku znaczną zaporę, którą alkohol zdoła od razu przezwyciężyć. Tego przypuszczenia nie możemy jednak z dwojakich względów przyjąć. Najpierw udowodniliśmy poprzednio, że bezwodnik węglowy czysty przepuszczany ustawicznie przez komorę, w której się nerw znajduje, obniża tylko pobudliwość; zdolność zaś przewodzenia stanu czynnego pozostaje całkowicie nienaruszona, dopóki nerw nie obumiera. Gdyby zaś dodatkowe istoty stanowiły taką zaporę dla CO_2, to przecież przy długiem działaniu przezwyciężyłby on ją w końcu, i mielibyśmy te same zjawiska jak przy alkoholu. Tak jednak nie jest. W poprzednich badaniach wykazaliśmy, że drugi okres działania bezwodnika węglowego, podobny do działania alkoholu, spostrzegany przez Szpilmana i Luchsingera, nie istnieje, a występuje tylko przy obumieraniu nerwu, w skutek różnych wpływów. Z drugiej strony, z podobieństwa fizyjologicznego, pod innemi względami nie możemy w żaden sposób wnioskować czegoś stanowczego co do naszej obecnej kwestyi.

Ograniczymy się więc do rozbioru pytania, czy różnica między zachowaniem się nerwów i mięśni pod wpływem alkoholu i bezwodnika kwasu węglowego jest istotną, zależną od rozmaitych własności protoplazmy mięśniowej a istoty nerwowej, czy też spowodowaną tylko jakościową różnicą istot dodatkowych?

Aby więc to pytanie rozwiązać, postanowiliśmy zbadać zachowanie się nerwów pozbawionych istot dodatkowych prawie w zupełności. Bardzo odpowiednim do tego jest nerw węchowy szczupaka, o którym nadmienialiśmy już w poprzedniej pracy; do niego też powróciliśmy obecnie.

II.

Budowę histologiczną, jako też galwaniczne własności nerwu węchowego (*n. olfactorius*) szczupaka zbadali dokładnie Kühne i Steiner [2]; co do szczegółów więc odsyłamy czytelników do ich pracy, nadmienimy tylko, że nerw ten jest pozbawiony prawie zupełnie osłonki rdzennej, a jeśliby ślady jej gdziekolwiek się znajdowały, co jest bardzo wątpliwem, to różnica ilo-

---

[1]) W. Biddermann. *Uber die Einwirkung des Äthers auf einige elektromotorische Erscheinungen an Muskeln und Nerven. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien.* Bd. XCVII. Abth. III. März. 1888. s. 102. (19 d. Sep. Abdr.)

[2]) W. Kühne und J. Steiner. *Beobachtungen ueber markhaltige und marklose Nervenfasern. Untersuchung. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg.*

ściowa z nerwami kulszowemi żaby, badanemi przez nas poprzednio, jest tak znaczna, iż nerw ten, ze względu na nasze doświadczenia, możemy uważać za zupełnie pozbawiony istot dodatkowych.

Preparowanie nerwu najłatwiej jest uskutecznić w ten sposób, iż po odcięciu głowy i usunięciu skóry, rozpoczyna się obcążkami odłupywać kości czaszki od otworów narządu węchowego i posuwa się ku górze. Pod kośćmi napotyka się przeźroczystą, blado niebieską chrząstkę, w której widać dwa paseczki szare, biegnące od dziurek węchowych do mózgu. Dalsze preparowanie winno się odbywać ostrożnie, gdyż przeźroczystość chrząstki łudzi wzrok, a w skutek tego można nader łatwo uszkodzić nerwy przy odcinaniu kawałków śliskiej chrząstki. Najlepiej jest, zacząwszy od dziurek węchowych, odłączać przyczepiny nerwu z tkanki łącznej, posuwając się aż do kanału w chrząstce, gdzie leży nerw już zupełnie wolny. Odciąwszy ostrym nożykiem nerw przy odejściu z mózgu, możemy następnie próbować pociąganiem końca obwodowego, czy już wszędzie z przyczepin oswobodzony. Jeśli nerw przytem przesuwa się w kanale chrząstnym, wtedy śmiało można silniej pociągnąć, a wyjdzie z kanaliku zupełnie nieuszkodzony w całej swej długości, mniej więcej 3 ctm., oczywiście zależnie od wielkości szczupaka. Część obwodowa, długości około 1 ctm., służyć jednak może tylko do wygodniejszej manipulacyi z nerwem; do badań galwanicznych nie jest ona przydatną, zawiera bowiem nader wiele tkanki łącznej. Z tego też powodu w doświadczeniach naszych przykładaliśmy elektrody na miejsca o ile możności najodleglejsze od obwodu, aby podrażniać czysty nerw, który się przedstawia jako delikatny, żółtawo szary sznureczek galaretowaty.

Badania przeprowadzaliśmy podobnie jak na nerwach kulszowych, zmieniwszy oczywiście rozmiary komory, która w zasadzie odpowiadała komorze przedstawionej na Tabl. XI fig. 1. Byłato szkatułeczka kauczukowa z przykrywką, długości 1 ctm. (wymiar, przez który nerw przechodził), wewnątrz której umieszczona była I para elektrodów platynowych tuż przy ścianie. Druga (II) para, odpowiadająca III na wymienionej figurze, podrażniała nerw przed wejściem do komory, w miejscu bliższem obwodu nerwu. Elektrody niepolaryzujące odprowadzały prąd spoczynkowy do busoli z przekroju podłużnego i poprzecznego (odcięcia od mózgu) po wyjściu nerwu z komory. Otworki w komorze, przez które nerw przechodził, zalepialiśmy bardzo rzadką gliną zarobioną fizyjologicznym rozczynem soli kuchennej, uważając nadzwyczaj, aby nie uszkodzić tak delikatnego przedmiotu, jakim jest szary, bezrdzenny nerw węchowy. Prąd spoczynkowy bywał odprowadzany z bardzo małego kawałka nerwu, bo nieraz tylko z 0·5 ctm.; pomimo to otrzymywaliśmy prąd dostatecznie silny, gdyż jak to Kühne i Steiner udowodnili, siła elektromotoryczna tego nerwu jest stosunkowo bardzo znaczna — wynosi 0·0105 — 0·0215 Daniella, podczas gdy siła w nerwie kulszowym żab wynosi, podług ich oznaczeń, 0·0060 D w kawałku ośrodkowym,— 0·0020 D. w kawałku obwodowym. Odpowiednio też duże otrzymywaliśmy wahanie wsteczne, przy podrażnianiu nerwu zawsze dokładnie przez 2 sek. za pomocą znanego już z poprzedniej pracy urządzenia dla mięśni. Wahanie wsteczne bywało zawsze mniejsze przy podrażnianiu miejsca bliższego obwodowi, do czego wiele się przyczynia przymięszanie tkanki łącznej, któryto powód skłaniał nas, jak już nadmieniliśmy, do posuwania się jak najdalej ku obwodowi, oczywiście kosztem długości drogi, z której odprowadzaliśmy prąd spoczykowy.

Kompensowanie prądu, przepuszczanie alkoholu i bezwodnika kwasu węglowego, słowem cały przebieg doświadczeń odbywał się w tenże sam sposób, jak w poprzednich badaniach; nie powtarzamy więc tego w szczegółach. Przytoczone tutaj protokóły z doświadczeń są ułożone również na wzór poprzednich, z tą tylko różnicą, że tutaj parę elektrodów podrażniających nerw poza komorą, dającą nam więc miarę przewodnictwa, nazwanoII a nie III, gdyż środkowej pary do poprzecznego podrażniania braknie w tym szeregu.

Nr. 1.

Podrażniano co 1 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
150	100	50	12	18
	„	„	9	2 [1]
	„	„	5	0
	35	„	3	0
	„	30	3	0
	„	20	12	0
	„	„	13	0
	40	0	16	0

[1]) Przepuszczano parę alkoholu zmięszanego z 2 częściami wody.

Nr. 2.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
490	280	75	35	20
	—	50	55	50
	150	75	10	0 [1])
	—	50	35	20
	100	„	25	10
		„	20	0
	80	„	15	0
		„	15	0 [2])
			20	5
			18	5

[1]) Poczęto przepuszczać parę alkoholu 10%.
[2]) Poczęto przepuszczać powietrze.

Nr. 3.

Podrażniano co 1 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
?	„	75	50	40
	380	50	120	100
	250	75	30	10 [1])
	„	„	10	0
	„	50	60	20
	„	„	50	20
	„	„	30	0
	„	„	20	0
	„	„	25	0 [2])
	„	„	35	5
	„	„	40	5
	230	„	35	5

[1]) Poczęto przepuszczać alkohol 5%.
[2]) Poczęto przepuszczać powietrze.

Nr. 4.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
360	180	50	112	100
	„	„	95	70 [1])
	„	„	80	30
	„	„	50	25
	„	„	50	20
	140	„	40	10
	„	„	40	0
	130	„	35	0
	135	„	35	0 [2])
	„	„	40	0
	„	„	50	0
	„	„	55	5
	120	„	60	5

[1]) Przepuszczano alkohol 5%.
[2]) Przepuszczano powietrze.

Z kilku podanych przykładów widzimy podobne zachowanie się nerwów bezrdzennych pod względem przewodnictwa i pobudliwości, jak nerwów posiadająch osłonkę rdzenną. Tak samo niknie prędzej i łatwiej przewodnictwo, aniżeli pobudliwość; trudniej zaś powraca. Podwyższenia pobudliwości nie mogliśmy nigdy otrzymać, mimo żeśmy przepuszczali ostróżnie parę bardzo rozcieńczonego alkoholu; nie spodziewaliśmy się nawet z góry osiągnąć w tym kierunku dodatnich wypadków, znając dobrze trudności, jakie się ma do przezwyciężenia w doświadczeniach z tak wrażliwym i delikatnym przedmiotem. Dla tego też doświadczenia z alkoholem nie przedstawiają same dla siebie większego interesu; poprzestaniemy też na tych kilku przykładach, a przejdziemy do badań nad wpływem bezwodnika kwasu węglowego, które w porównaniu z badaniami nad alkoholem dopiero mogłyby nam dać pewne kryteryjum w zajmującej nas kwestyi.

Nr. 5.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
?	380	50	135	30
	„	„	20	10 [1])
	„	„	2	0
	„	„	0	0
	250	0	40	0

[1]) Przepuszczano silnie czysty CO_2.

Nr. 6.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
?	450	50	130	75
	„	„	110	65
	350	„	20	5 [1])
	260	„	35	20 [2])
	„	„	35	28
	„	„	10	12 [3])
	„	„	7	6

[1]) Przepuszczano czysty CO_1.
[2]) Przepuszczano powietrze.
[3]) Przepuszczano CO_2 25%.

Przeglądając te dwa doświadczenia zdawałoby się na pierwszy rzut oka, że mamy do czynienia z zupełnie podobnemi zjawiskami, jak przy przeprowadzaniu alkoholu, tj. ze znikaniem przedwszystkiem przewodnictwa, w mniejszym stopniu pobudliwości; nerwy więc bezrdzenne przedstawiałyby podobne własności, jak mięśnie. Przy bliższem jednak zastanowieniu widzimy tutaj różnice. Wprawdzie bezwzględnie liczby przedstawiają nam się podobnie jak przy alkoholu; należy jednak wziąść pod uwagę początkową wielkość wahania wstecznego. W obu razach prąd spoczynkowy był bardzo wielki, co osięgaliśmy tylko przy znacznej długości drogi, z której był odprowadzony; co zatem zaś idzie, część leżąca na elektrodach II. poza komorą była bardzo zbliżoną ku obwodowi, poprzerastaną tkanką łączną, a więc mało pobudliwą. Ztądto bardzo wielka różnica w wahaniu wstecznem. W 5 przykładzie przy przepuszczaniu CO_2 mamy wprawdzie liczby dość zbliżone, a nawet wyższe przy elektrodzie dającej nam miarę pobudliwości jak 20—10. 2—0, wreszcie 0—0; jeśli jednak uwzględnimy spadek od pierwotnej wielkości, to w pierwszem I miejscu będziemy mieli różnicę o 115^0, w drugiem zaś tylko o 20^0; gdy zaś w obu miejscach wahanie przestało się pojawiać, to różnica ta wynosi całą pierwotną wartość, mianowicie w I. 135^0, w II. 30^0, czyli mówiąc innemi słowy, pobudliwość obniżyła się o wiele więcej, aniżeli przewodnictwo. W 6 przykładzie to samo się powtarza. Wielką też rolę zdaje się tutaj odgrywać zgęszczenie bezwodnika kwasu węglowego; w tych razach przeprowadzaliśmy czysty, co może być wprost zabójczem dla tak nagiej protoplazmy. Uwzględniając to wszystko, przeprowadzaliśmy dalsze doświadczenia w ten sposób, że podrażnialiśmy w I. nerw jak najdalej od obwodu, aby uzyskać o ile można równe wahanie wsteczne z obu miejsc, następnie, podobnie jak przy mięśniach, rozcienczaliśmy CO_2 powietrzem.

Nr. 7.

Podrażniano co 1 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
110	65	50	45	50
	„	„	40	40
	„	„	12	35 [1]
	„	„	12	20
	45	„	13	22
	„	„	25	35 [2]
	„	„	26	36
	„	„	13	25 [3]
	32	„	15	30
	„	„	13	20
	„	„	12	20
	„	„	26	22 [4]

[1]) Przepuszczano CO_2 25%.
[2]) Przepuszczano powietrze.
[3]) Przepuszczano CO_2 25%.
[4]) Przepuszczano powietrze.

Nr. 8.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
470	375	50	100	100
	260	„	30	98 [1]
	„	„	10	60
	„	„	45	60 [2]
	„	„	50	60
	„	„	15	40 [3]
	140	„	10	40
	„	„	20	35 [4]

[1]) Przepuszczano CO_2 25%.
[2]) Przepuszczano powietrze.
[3]) Przepuszczano CO_2 25%.
[4]) Przepuszczano powietrze.

Nr. 9.

Podrażniano co 1 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
360	240	50	80	60
	„	„	72	55
	„	„	20	45 [1]
	„	„	10	40
	180	„	10	40
	„	„	50	40 [2]
	„	„	55	35
	140	„	10	30 [3]
	„	„	12	30
	„	„	13	25
	100	„	10	25
	„	„	40	25 [4]
	„	„	35	20

[1]) Przepuszczano CO_2 25%.
[2]) Przepuszczano powietrze.
[3]) Przepuszczano CO_2 25%.
[4]) Przepuszczano powietrze.

Nr. 10.

Podrażniano co 2 min.

Prąd spoczynkowy	Stopnie kompensatora	Odległość cewek	I.	II.
320	260	50	70	50
	„	„	35	40
	180	„	15	25 [1]
	„	„	10	18
	„	„	12	17
	160	„	14	17
	„	„	38	22 [2]
	„	„	35	20
	„	„	22	25
	„	„	28	18

[1]) Przepuszczano CO_2.
[2]) Przepuszczano powietrze.

Doświadczenia te wykazują nam wybitnie, że nerwy węchowe szczupaka, nie posiadające osłonki rdzennej i w ogóle istot dodatkowych, składające się jedynie z włókna osiowego, zachowują się pod wpływem bezwodnika kwasu węglowego w zupełnie ten sam sposób, jak nerwy kulszowe żaby. Obniża się znacznie pobubliwość nerwu, przewodnictwo zaś albo zgoła nie cierpi, albo w bardzo małym tylko stopniu. Wprawdzie obniża się ono powolnie w ciągu całego doświadczenia, kłaść tego jednak nie można na wyłączny wpływ bezwodnika węglowego, gdyż przy przepuszczaniu powietrza nasyconego parą wodną, pobudliwość podnosi się znacznie, przewodnictwo zaś mało tylko, albo zgoła nic; widzimy więc jedynie stopniowe zmniejszanie się wahania wstecznego, w skutek tracenia siły elektrobodźczej z biegiem czasu, w wrażliwym bardzo nerwie. Takie samo zjawisko otrzymamy, jeśli nerw umieścimy w komorze i pobudzamy bez przepuszczania bezwodnika

kwasu węglowego. I w tym przypadku będziemy mogli obserwować dość szybkie zmniejszanie się siły elektrobodźczej i wahania wstecznego; tę okoliczność musimy więc w naszych doświadczeniach bardzo uwzględniać, a uczyniwszy to, przychodzimy do przekonania, że nerw węchowy przedstawia zupełne podobieństwo, pod względem pobudliwości i zdolności przewodzenia stanu czynnego, z nerwami rdzennemi, przeciwieństwo zaś z mięśniami, do których jednak, pod względem istot dodatkowych, tak jest zbliżony. Dalszym wnioskiem, jaki ztąd wysnuć możemy, jest, że przyczyny rozdziału pobudliwości i przewodnictwa dla nerwów nie możemy szukać w istotach dodatkowych, następnie zaś, że różnica między zachowaniem się pod tym względem mięśni i nerwów również nie polega na braku istot dodatkowych w pierwszych, lecz na odrębnych własnościach protoplazmy.

Doświadczenia powyższe, już same dla siebie usuwają przypuszczenie, że rozdział pobudliwości i przewodnictwa w nerwach polega na zmianach w oporze istot dodatkowych dla prądów indukcyjnych. Pragnąc jednak więcej dowodów znaleźć w tym kierunku, zwróciliśmy się do mechanicznego podrażniania nerwów, gdzie już o wpływie oporu istot dodatkowych mowy całkiem być nie może.

III.

Do naszych celów nie nadawał się żaden z dotychczas używanych przyrządów — tak kółko zębate Du BoisReymonda [1]), jak tetanomotor Heidenhaina [2]), a wreszcie przyrząd Tiegerstedta [3]), przedstawiały wielkie niedogodności, przeważnie zaś, że nie można było połączyć ich odpowiednio z komorą dla przeprowadzania gazu. Z tychto powodów zbudowaliśmy przyrząd dozwalający nam z jednej strony podrażniać mechanicznie nerw w komorze, z drugiej zaś modyfikować z dość znaczną ścisłością siłę pobudki. Przyrząd ten, jakoteż wyniki z mechanicznego pobudzania nerwów, mamy nadzieję w krótkim czasie szczegółowo przedstawić; w tem więc miejscu ograniczymy się do krótkiego tylko jego opisu.

Do podrażniania służył maleńki stoliczek, mieszczący się wygodnie w komorze gazowej, znanej nam z poprzednich doświadczeń, opatrzony płytką z kości słoniowej, w której znajdował się rowek dla pomieszczenia w nim nerwu. Z boku przylutowana była sprężynka, przeginająca się ponad rowek i sięgająca wolnem ramieniem poza stoliczek. Na sprężynie ponad rowkiem był przytwierdzony klin z kości słoniowej. Na wolnem ramieniu sprężynki była przywiązana nitka, przez pociąganie której zbliżano sprężynkę do powierzchni stoliczka, przyczem klin uderzał w rowek, a raczej w znajdujący się w nim nerw. Nitka była przewlekana przez rurkę szklaną, umieszczoną w dnie komory, na końcu której znajdowała się rurka kauczukowa. Tę ostatnią zaciskano na czas przeprowadzania gazu, otwierano zaś tylko przy podrażnianiu, aby nitka mogła się w niej swobodnie przesuwać. Drugi koniec nitki był przymocowany do haczyka przesuwalnego wzdłuż ramienia dźwigni, którą spadający ciężarek wyprowadzał na bardzo krótki czas z poziomego położenia pod jednym i tym samym kątem, a następnie natychmiast powracała dźwignia do po-

[1]) Du Bois Reymond. *Untersuchungen ueber thierische Electricität.* II. s. 517. 1849.

[2]) Heidenhain. *Physiologische Studien.* S. 129. Berlin 1856 i *Moleschotts Unters.* IV. s. 124. 1850.

[3]) R. Tiegerstedt. *Studien über mechanische Nervenreizung.* Helsingfors 1880. *Nord medicins Archiv.* 1881. *Zeitschrift f. Instrumentenkunde.* 1884. *Zur mechanischen Nervenreizung in Beitr. zur Physiol. Carl Ludwig v. seinen Schülern zu 70 Geburtstage.*

ziomu, tak że nerw bywał uderzany nader szybko, jednak nie uciskany przez czas dłuższy. Od odległości haczyka od osi dźwigni zależało mniejsze lub większe zbliżanie się klina sprężynki do podstawy stoliczka, a więc *caeteris paribus* mniejszy lub większy ucisk na nerw. Sposób ten, jakto dokładnie wypróbowaliśmy, dawał nam zadawalające wypadki. Siłę pobudki można dość ściśle modyfikować, oczywiście nie tak jak przy podrażnianiu za pomocą prądów indukcyjnych, w każdym razie dla naszych celów zupełnie wystarczająco.

Stoliczek wyżej opisany był umieszczony tuż przy ścianie komory, tak że klin uderzał nerw w miejscu, gdzie działała I. para elektrodów przy podrażnianiu elektrycznem, a więc w miejscu dającem nam miarę pobudliwości. Od dokładniejszego badania przewodnictwa musieliśmy odstąpić, aby zbyt nie komplikować doświadczeń; próbowaliśmy tylko od czasu do czasu, czy w ogóle nerw jest jeszcze w stanie przewodzić pobudkę, przez uderzanie grzbietem skalpela w część nerwu ośrodkową, wystającą poza komorę.

Do powyższych doświadczeń używaliśmy *m. gastrocnemius* żaby, wraz z nerwem kulszowym. Mięsień był połączony z miografem, zapisującym wysokość wzniosu jako linię prostą na papierze nakopconym walca dowolnie ręką obracanego. Myogramy zalewano po zdjęciu papieru lakierem, odmierzano dokładnie i wysokość zapisywano w milimetrach.

W doświadczeniach, które poniżej podajemy, oznaczone są miejsca podrażniane tak, jak przy elektrycznem pobudzaniu I. w komorze dające miarę pobudliwości, II. poza komorą, będące wyrazem zdolności przewodzenia stanu czynnego. Ponieważ dokładniejszy opis przyrządu i sposobu modyfikowania siły pobudki zastrzegliśmy sobie na później, przeto tutaj ograniczymy się do ogólnikowego nadmieniania, gdzie zwiększano siłę uderzenia, zresztą zwykle przez cały czas doświadczenia podrażnialiśmy z tą samą siłą.

Zaczęliśmy badać pobudliwość i przewodnictwo od przepuszczania alkoholu.

1.

	Pobudzano co 2 min.								Przy odcinaniu nerwu.
I.	20	19	17	13	8	7	5	20	22
II.	23	15	13	9	3	2	0	00	0

2.

	Pobudzano co 3 min.						Przy odcinaniu nerwu.
I.	20	11	10	6	2	0	20
II.	20	17	15	0	0	0	0

3.

	Pobudzano co 3 min.							Przy przecinaniu nerwu.
I.	16	18	8	10	11	6	0	19
II.	16	15	13	0	0	0	0	0

4.

	Podrażniano co 5 min.					Przy przecinaniu nerwu.
I.	13	19	8	4	0	16
II.	13	11	0	0	0	0

5.

	Podrażniano co 5 min.					Przy przecinaniu nerwu.
I.	18	16	10	2	0	17
II.	20	0	0	0	0	0

Wszystkie doświadczenia, z których te kilka przykładów podajemy, przebiegały w podobny sposób. Widzimy z nich, że zmiany w pobudliwości i przewodnictwie odbywały się tak samo jak przy podrażnianiu elektrycznem. Do liczb wyrażających nam zdolność przewodzenia stanu czynnego, nie chcemy zbytniej przykładać wagi, trudno bowiem ręką miarkować dokładnie uderzenia — w każdym razie, podrażnianie było zwykle maksymalne; wystarczy nam jednak zupełnie, jeśli będziemy uważać, kiedy przewodnictwo zupełnie znika. Postępując tak, spostrzeżemy, że pobudliwość powoli opada, podczas gdy przewodnictwo już jest zniesione, a gdy przy podrażnianiu z pewną siłą znika pobudliwość, to jednak skurcz mięśnia można jeszcze wywołać przez zwiększenie pobudki, n. p. przez odcinanie nerwu po kawałku. W tym razie okazuje się jeszcze znaczna pobudliwość przy zniesionem zupełnie przewodnictwie.

W przykładzie 3 i 4 widzimy nawet zwiększanie się pobudliwości, mimo że początkowe podrażnianie było dość znaczne. Na podstawie jednak tych paru doświadczeń, nie będziemy utrzymywać, że i drogą mechaniczną udowodniliśmy początkowe podwyższanie się pobudliwości pod wpływem alkoholu. Przy niezbyt dokładnym sposobie modyfikowania pobudek nie mamy do tego prawa, bez wyłącznych doświadczeń w tym kierunku. Nie zaniedbaliśmy też zrobić je, jakto załączone protokóły wykazują. W tych przypadkach dobieraliśmy pobudki takiej siły, że skurcz mięśnia bywał znacznie mniejszy od maksymalnego (*untermaximal*).

6.

	Podrażniano co 1 min.	Podrażniano silniej co 5 m.	Przy odcinaniu nerwu.
I.	7, 15, 13, 0,	20, 17, 5, 0	5
II.	20 — — —	0 0 0 0	0

7.

	Podrażniano co 1 min.	Podrażniano silniej co 5 m.	Przy odcinaniu nerwu.
I.	6, 20, 0,	15, 18, 9, 5, 8	10
II.	17, — —	10, 0 0 0 0	0

8.

	Podrażniano co 1 min.	Podrażniano silniej co 5 m.	Przy odcinaniu nerwu.
I.	10, 15, 20, 8, 10, 2, 0,	12, 5, 7, 5, 0	7
II.	22, — — — — — —	0 0 0 0 0	0

9.

	Podrażniano co 1 min.	Podrażniano silniej co 5 m.	Przy odcinaniu nerwu.
I.	15, 14, 20, 19, 10, 0,	18, 15, 15, 8, . 10	12
II.	20 — — — — —	0 0 0 0 0	0

10.

	Podrażniano co 1 min.	Podrażniano silniej co 5 m.	Przy odcinaniu nerwu.
I.	10, 12, 16, 10, 4, 0.	20, 15, 8	5
II.	20 — — — — —	20, 0 0	0.

Doświadczenia te stanowczo nam wykazują podobieństwo zupełne pod względem początkowego podwyższania się pobudliwości, jak przy podrażnianiu prądami elektrycznemi.

Zobaczymy z kolei, jak zachowuje się nerw przy mechanicznem podrażnianiu, pod wpływem bezwodnika kwasu węglowego.

11.

	Podrażniano co 2 min.	Silniej.	Odcinano nerw po kawałku.
I.	20, 12, 10, 5, 7, 4, 0.	15, 12, 10, 9, 13, 10.	18
II.	23. — — — — — —	21 — — — — —	20.

12.

	Podrażniano co 2 min.	Silniej.	Odcinano nerw po kawałku.
I.	10, 4, 0	15, 12, 6, 30	12
II.	16 — —	18 — — —	20.

13.

	Podrażniano co 5 min.	Odcinano nerw po kawałku.
I.	17, 5, 4, 4, 6, 5, 3,	14
II.	10, 12, 11, 12, 10, 10, 10.	15

14.

	Podrażniano co 5 min.	Odcinano nerw po kawałku.
I.	17, 10, 8, 7, 10, 6, 7, 2.	23
II.	8, 24, 17, 18, 17, 20, 18, 15.	18

15.

	Podrażniano co 5 min.	Odcinano nerw po kawałku.
I.	19, 13, 8, 6, 2, 1, 0·5.	16.
II.	15, 14, 15, 15, 12, 15, 17.	15.

Podobieństwo więc, które istnieje przy działaniu alkoholu, znaleźliśmy w zupełności także i co do bezwodnika kwasu węglowego. Również i tutaj pobudliwość opada bardzo szybko; nie znika jednak zupełnie, podczas gdy w przewodnictwie stanu czynnego najmniejszej zmiany nie mamy.

Jak więc widzimy, doświadczenia, w których podrażnialiśmy mechanicznie nerwy, potwierdzają nam wniosek, że przyczyny rozdziału pobudliwości i zdolności przewodzenia stanu czynnego nie możemy szukać w zmianach w oporze dla pobudek pod wpływem działania alkoholu i bezwodnika kwasu węglowego.

W końcu pozostaje nam jeszcze zbadać bezpośrednio opór nerwów dla prądów elektrycznych, przy działaniu tych dwóch istot.

IV.

Zmiany w oporze badaliśmy w następujący sposób. Przez zamknięte koło, w którem znajdowała się busola, oraz poprzeczny wymiar nerwu, przepuszczaliśmy jedno uderzenie prądu indukcyjnego, przez zamykanie i otwieranie prądu stałego (jednego Daniella) zasilającego pierwszorzędną cewkę przyrządu saneczkowego. Zmiany w odchyleniu igły magnetycznej dawały nam miarę zmian w oporze nerwu.

Dla przeprowadzania alkoholu i bezwodnika węglowego umieszczaliśmy nerw w komorze podobnej jak na fig. I. Tabl. IX. poprzedniej rozprawy, tylko że elektrodów II., służących tam do poprzecznego podrażniania nerwu, używaliśmy w tym razie do przepuszczania uderzenia indukcyjnego przez poprzeczny wymiar nerwu do busoli. Nerw obejmowały w tym razie płytki z palonej gliny szerokości 3 mm. Otwory w ścianie komory obok tych płytek zalepiano tak samo jak poprzednio gliną, do której przytykano niepolaryzujące elektrody.

Oczywiście, że sposób ten nie daje nam bezwzględnych wartości oporu, wybraliśmy go jednak z tego powodu, że zachowuje się przy nim te same prawie warunki, jak przy podrażnianiu. Tak samo mamy tylko jeden nerw, tak samo badamy jego opór dla prądów indukcyjnych; gdybyśmy zaś chcieli robić oznaczania bezwzględne i ścisłe, musielibyśmy używać do tego przedewszystkiem większej ilości nerwów od razu, prądów stałych i t. d., przyczem i polaryzacyja odegrywałaby znaczną rolę.

W przytoczonych doświadczeniach podajemy wychylenia przy zamykaniu (Z) i otwieraniu (O) prądu stałego, u góry zaś odległości cewek, przepuszczano w nich uderzenia prądu indukcyjnego co 2 min. Doświadczenia poniżej zamieszczone odnoszą się do działania alkoholu.

Nr. 1.

		alkohol 50%	
Odległość cewek	75, 50	75 . . . . , . . .	50
Z.	13, 39	12, 14, 12, 12, 12, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 10, 10,	35
O.	12, 37	11, 10, 12, 11, 11, 12, 11, 10, 11, 11, 10, 11, 10, 10, 10,	34

Różnica po $^1/_2$ godz. przy odl. cew. 75 Z = – 3, O = – 2
— 50 Z = – 4, O = – 3.

Nr. 2.

		alkohol 50%	
Odległość cewek	150, 100, 75, 50	50	150, 100, 75, 50
Z.	1, 3, 10, 34	33, 33, 31, 30, 30, 29, 29, 29, 28, 28, 28, 28, 28, 28,	1, 3, 8, 27
O.	1, 2, 11, 33	33, 32, 32, 31, 30, 30, 30, 28, 28, 29, 28, 27, 27, 27,	1, 3, 8, 27

Różnica po $1^1/_2$ godz. przy odl. cew. 150 Z = 0, O = 0
— 100 Z = 0, O = 0
— 75 Z = – 2, O = – 3
— 50 Z = – 7, O = – 7.

Nr. 3.

		alkohol 75%	
Odległość cewek	150, 125, 100, 57, 50	100	150, 125, 100, 75, 50
Z.	6, 8, 15, 34, 99	13, 13, 14, 14, 14, 13, 13, 13, 12, 13, 13, 12, 12, 12, 12,	4, 5, 12, 34, 82
O.	6, 7, 12, 33, 98	14, 15, 13, 13, 13, 13, 13, 14, 12, 13, 12, 12, 12, 12, 11,	4, 6, 12, 27, 80

Różnica po $^1/_2$ godz. przy odl. cew. 150 Z = – 2, O = – 2,
— 125 Z = – 3, O = – 1,
— 100 Z = – 3, O = – 0,
— 75 Z = – 0, O = – 6,
— 50 Z = –17, O = – 18.

Nr, 4.

Odległość cewek	150, 125, 100, 75, 50	alkohol 75% 100	150, 125, 100, 75, 50,
Z.	6, 11, 25, 61, 168	23, 23, 23, 22, 23, 23, 23, 23, 22, 22, 22, 22, 22, 20, 21,	6, 10, 20, 51, 144,
O.	7, 12, 26, 58, 166	22, 22, 22, 22, 22, 22, 23, 22, 22, 22, 22, 21, 23, 20, 20,	3, 10, 21, 51, 144

Różnica po $\frac{1}{2}$ godz. przy odl. cew.	150 Z = 0,	O = — 2
—	125 Z = — 1,	O = — 2
—	100 Z = — 5,	O = — 5
—	75 Z = — 10,	O = — 7
—	50 Z = — 24,	O = — 22.

Nr. 5.

Odległość cewek	150, 125, 100, 75, 50,	alkohol 75% 75	150, 125, 100, 75, 50,
Z.	5, 8, 13, 34, 105,	30, 30, 32, 30, 30. 30, 30, 30, 29, 28, 27, 28, 28, 27, 27,	4, 4, 12, 28, 98,
O.	3, 7, 13, 35, 105	32, 29, 31, 31, 30, 30, 29, 29, 28, 28, 26, 27, 27, 27, 28,	3, 6, 11, 28, 85,

Różnica po $\frac{1}{2}$ godz. przy odl. cew.	150 Z = — 1,	O = 0
—	125 Z = — 4,	O = — 1
—	100 Z = — 1,	O = — 2
—	75 Z = — 6,	O = — 7
—	50 Z = — 12,	O = — 20.

Jak więc widzimy, zmiany w oporze nerwów dla prądów indukcyjnych pod wpływem alkoholu nie są zbyt znaczne i występują dopiero po użyciu alkoholu bardzo silnego, jak 75%. Skorośmy przepuszczali alkohol zmięszany z dwiema częściami wody, jak przy podrażnianiu nerwów, nie mogliśmy zauważyć najmniejszych zmian w oporze, dla tego nie podawaliśmy tych doświadczeń. Słabe zmiany występowały dopiero przy 50% alkoholu i to po dłuższym czasie.

Badania te nie sprzeciwiałyby się więc jeszcze stanowczo przypuszczeniu, że zmiany w pobudliwości mogą zależeć od zmian, jakim podpadają istoty dodatkowe nerwów, pod wpływem rozmaitych związków, albowiem znanem jest, że pobudliwość cierpi pod działaniem alkoholu w mniejszym stopniu, jakkolwiek stosunkowo do zmian w oporze, jak już bowiem nadmieniliśmy, zmiany w pobudliwości są o wiele silniejsze. Alkohol z dwiema częściami wody na opór nerwu nie miał żadnego wpływu, podczas gdy dość znacznie upośledzał on pobudliwość, szczególnie po dłuższym czasie. Zmniejszania się oporu w nerwach, analogicznego z początkowem wzrastaniem pobudliwości, nie zauważyliśmy nigdy, jakby tego spodziewać się należało, gdyby te dwa zjawiska były od siebie zależne.

Stanowczych wypadków spodziewaliśmy się po doświadczeniach z bezwodnikiem kwasu węglowego.

Przedstawiają się one w następujący sposób:

Nr. 1.

Odległość cewek		CO_2 słabo. Badano co 5 min.	
	150, 125, 100, 75, 50,	100	150, 125, 100, 75, 50,
Z.	7, 14, 30, 77, 243,	31, 31, 31, 33. 31, 32, 33, 32, 32, 32, 33, 33, 31, 32,	9, 16, 33, 83, 245,
O.	9, 15, 30, 78, 245,	32, 32, 32, 32, 32, 32, 32, 32, 34, 33, 33, 32, 33, 32,	9, 16, 33, 83, 247,

Różnica po $^1/_2$ godz.	150	Z = + 2	O = 0
	125	Z = + 2	O = + 1
	100	Z = + 3	O = + 3
	75	Z = + 6	O = + 5
	50	Z = + 2	O = + 2.

Nr. 2.

Odległość cewek		CO_2 silnie. Badano co 5 min.	
	150, 125, 100, 75, 50,	100	150, 125, 100, 75, 50,
Z.	8, 14, 27, 73, 215,	23, 25, 24, 32, 33,	9, 15, 84, 84, 237,
O.	7, 14, 28, 73, 213,	30, 31, 31, 32, 33.	10, 17, 33, 85, 244,

Różnica po $^1/_2$ godz.	150	Z = + 1	O = + 3
	125	Z = + 1	O = + 3
	100	Z = + 6	O = + 5
	75	Z = + 11	O = + 12
	50	Z = + 22	O = + 30.

Nr. 3.

Odległość cewek		CO_2 silnie. Badano co 5 min.	
	150, 125, 100, 75, 50,	100	150, 100, 75, 50,
Z.	3, 10, 19, 45, 142,	34, 34, 35, 35, 35, 35,	10, 35, 91, 240,
O.	1, 9, 19, 45, 140,	33, 33, 34, 36, 35, 35.	10, 35, 90, 237.

Różnica po 35 min.	150	Z = + 1	O = + 3
	100	Z = + 3	O = + 2
	75	Z = + 5	O = + 3
	50	Z = + 14	O = + 12.

Nr. 4.

Odległość cewek		CO_2 bardzo silnie. Badano co 5 min.	
	150, 125, 100, 75, 50,	100	150, 125, 100, 75, 50,
Z.	3, 10, 19, 45, 142,	15, 24, 30, 31, 32,	9, 14, 32, 83, 240,
O.	1, 9, 19, 45, 140,	18, 24, 30, 30, 30.	8, 15, 30, 84, 240,

Różnica po $^1/_2$ godz.	150	Z = + 6	O = + 4
	125	Z = + 4	O = + 6
	100	Z = + 13	O = + 11
	75	Z = + 38	O = + 39
	50	Z = + 96	O = +100.

Nr. 5.

		CO_2 bardzo silnie	
		Badano co 5 min.	
Odległość cewek	150, 100, 75, 50,	100	150, 100, 75, 50
Z.	5, 17, 43, 133,	31, 32, 33, 32, 30,	8, 30, 77, 277
O.	4, 18, 42, 133,	31, 30, 31, 33, 30,	9, 30, 77, 275.

Różnica po $^1/_2$ godz.	150	Z = + 3	O = + 5
	100	Z = + 13	O = + 12
	75	Z = + 34	O = + 35
	5Z	Z = + 144	O = + 142.

Wypadki więc, jakie otrzymaliśmy przy oznaczaniu zmian oporu pod wpływem bezwodnika kwasu węglowego, są wprost przeciwne, aniżeliby się spodziewać należało. Zamiast zwiększania się oporu widzimy zmniejszanie, i to tem silniejsze, im energiczniej przepuszczaliśmy kwas węglowy.

I tym więc sposobem udowodniliśmy, że przyczyny zmian w pobudliwości nie możemy szukać w oporze istot dodatkowych. Gdyby tak było, mielibyśmy przy działaniu alkoholu najpierw zmniejszanie oporu, potem dopiero zwiększanie, silne zaś zwiększanie przy działaniu bezwodnika kwasu węglowego; podczas gdy alkohol w zwykłem rozcieńczeniu nie działa zupełnie, dopiero silniejszy wzmaga opór nerwów, bezwodnik zaś kwasu węglowego zmniejsza go tylko, a więc działa zupełnie inaczej.

Wypadki z powyższych doświadczeń przedstawiają się w następujący sposób:

1) Mięśnie zachowują się pod względem pobudliwości i zdolności przewodzenia stanu czynnego w odrębny sposób aniżeli nerwy. Pod wpływem tak alkoholu jak i bezwodnika węglowego cierpi najpierw w znaczniejszym stopniu przewodnictwo, znacznie zaś mniej pobudliwość.

2) Nerwy pozbawione osłonki rdzennej i w ogóle istot dodatkowych, jak nerwy węchowe szczupaka, przedstawiają pod działaniem alkoholu i bezwodnika węglowego te same zmiany co i nerwy rdzenne, mianowicie alkohol znosi przedewszystkiem przewodnictwo, przyczem w mniejszym stopniu osłabia pobudliwość, bezwodnik zaś węglowy obniża odwrotnie pobudliwość, nie wpływa zaś na zdolność przewodzenia stanu czynnego.

3) Przy pobudzaniu mechanicznem otrzymujemy te same stosunki, jak przy pobudzaniu elektrycznem nerwów.

4) Opór nerwów dla prądów indukcyjnych nie zmienia się wcale pod wpływem słabego działania alkoholu; dopiero gdy jest ono silniejszem, wtedy opór wzrasta. Bezwodnik zaś kwasu węglowego zmniejsza opór nerwów mniej lub więcej, zależnie od energii działania.

Badania nasze, skierowane były do wykazania, które z przypuszczeń prof. Gada [1]) w tej kwestyi ma więcej prawdopodobieństwa. Brzmią one dosłownie jak następuje: *Die Leitungsfähigkeit ist, nach einfachst denkbarer Vorstellung ein Maas für die Empfindlichkeit (Labilität) der*

[1]) J. Gad: *Ueber Trennung von Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit des Nerven nach Versuchen des Herrn Sawyer. Verhandl. d. Physiol. Gesell. zu Berlin.* Nr. 11 u. 12. 20 April 1888.

wesentlichen Nervensubztanz (im Axencylinder) gegen Einwirkungen, welche vom benachbarten Querschnitt der gleichartigen Substanz ausgehen und welche sich in longitudinaler Richtung in dieser Substanz fortpflanzen. Die Reizbarkeit ist ein Maas für die Leichtigkeit, mit welcher die am Nerven äusserlich angreifenden stimulirenden Einwirkungen sich durch accidentelle Substanzen bis zur eigentlichen erregungsleitenden Nervensubstanz fortpflanzen und für die Labilität dieser Substanz selbst. In dem Falle verringerter Reizbarkeit bei unveränderter Leitungsfähigkeit kann man sich leicht bei der Annahme beruhigen, dass durch die modificirende Einwirkung, z. B. durch die Kohlensäure, die accidentellen Substanzen weniger durchgängig für stimulirende Einwirkung gemacht wurden, nur dass die Labilität oder Erregbarkeit der eigentlichen Nervensubstanz unverändert bleibe. Wollte man diese Anschaungsweise auf den Fall ausdehnen, in welchem die Reizbarkeit erhöht ist bei gleichzeitiger Herabsetzung der Leitungsfähigkeit, so müsste man annehmen, dass die Durchgängigkeit der accidentellen Substanzen für den Reiz stark genug zugenommen habe, um das Sinken der Labilität der eigentlichen Nervensubstanz zu uebercompensiren. Angesichts der Complicirtheit dieser Annahme wird man aber wohl geneigt sein, auch die andere Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass nämlich die Labilität der eigentlichen Nervensubstanz bei longitudinal gerichteten Einwirkungen eine andere sein kann, als bei transversal gerichteten, spricht doch die Unempfindlichkeit der Nerven gegen quergerichtete elektrische Ströme hierfür, und dass die longitudinale Labilität sich in umgekehrtem Sinne ändern könne als die transversale."

Pierwsze z tych przypuszczeń, jak to wyniki naszych badań wykazują, stanowczo upada. Sprzeciwiają się temu tak doświadczenia na nerwach pozbawionych części dodatkowych, jak nad mechanicznem podrażnianiem; wreszcie bezpośrednie oznaczanie zmian w oporze nerwów na prądy indukcyjne. Natomiast za drugiem przemawia nie tylko okoliczność, że nerw w kierunku poprzecznym jest elektrycznie znacznie mniej pobudliwym, a jak nawet niektórzy badacze chcą utrzymywać, zupełnie niepobudliwym, lecz również i to, że zmiany, które występują przy zwykłem pobudzaniu, tj. podłużnem, widzimy w znacznie większym stopniu przy podrażnianiu poprzecznem, jak to w pierwszej seryi naszych badań udowodniliśmy. Początkowe podwyższanie się pobudliwości, jakie w pierwszym okresie działania alkoholu występuje, zaznacza się przy tym rodzaju podrażniania o wiele silniej, aniżeli przy zwykłym, podłużnym. Oczywiście, że bliższych wniosków co do mechanizmu poprzecznego i podłużnego podrażniania z tych badań jeszcze wysnuwać nie możemy; w każdym razie, o ile obecne doświadczenia, przez wykluczenie przypuszczenia co do zmian w oporze istot dodatkowych, pośrednio nakazują nam skłonić się do szukania przyczyn rozdziału pobudliwości i przewodnictwa w przechodzeniu pobudki w poprzek i wzdłuż nerwu, to tamte badania dostarczają nam już w tym względzie bezpośredniej wskazówki.

VERITAS